Edgar J. Cyriax

Zur Untersuchung

der

Erregbarkeit der Nerven.

Von

Prof. A. Beck in Lemberg.

Bonn, 1898.

Separat-Abdruck aus dem Archiv für die ges. Physiologie Bd. 72.

Verlag von Emil Strauss.

BECK

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Coll. pam
No. WL 100
1898
B 39z

22500894306

Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/b30474115

303950

Zur Untersuchung der Erregbarkeit der Nerven.

Von

Prof. **A. Beck** in Lemberg.

Meine Abhandlung über „Die Erregbarkeit verschiedener Stellen desselben Nerven“ [1]) wurde von Otto Weiss [2]) einer Kritik unterzogen, die mich zu nachstehenden Bemerkungen veranlasst hat. In der erwähnten Abhandlung hatte ich über Versuche an N. sympathicus und N. phrenicus berichtet, von denen ein Theil bereits im Jahre 1888 ausgeführt und publicirt wurde [3]), welche mich zum Schlusse geführt haben, dass „der Actionszustand während des Verlaufes in der Nervenfaser nicht verstärkt wird, sondern vielmehr an seiner Stärke einbüsst“.

Die Gründe, welche mich dazu bewogen haben, diese und nicht andere Nerven der Warmblüter als die geeignetsten Objecte zur Ausführung meiner Untersuchungen zu wählen, sind in dieser Abhandlung besprochen worden. Es genügt somit hier kurz hervorzuheben, dass der Umstand, dass diese Nerven an einer langen Strecke, ohne Abzweigungen abzugeben, verlaufen, und dass dieselben leicht zu isoliren sind, es möglich macht, Reizungsversuche an zwei oder mehreren Stellen derselben unter möglichst gleichen Bedingungen anzustellen.

Eigenartig ist die Kritik, die Weiss an meiner Arbeit übt. Meine Versuche wurden, wie erwähnt, am N. phrenicus und am Halssympathicus ausgeführt; Weiss stellte die seinigen am Froschischiadicus und am N. vagus (von Kaninchen und Katzen) an. Wenn hier die Ergebnisse nicht ganz untereinander übereinstimmen, sollte doch vor allem geprüft werden, ob der Unterschied nicht eben in der Verschiedenheit der angewendeten Nerven liegt.

1) Archiv f. [Anat. und] Physiol. 1897.

2) Dieses Archiv Bd. 72 S. 24 u. 25.

3) Denkschriften der Krakauer Akademie der Wissenschaften Bd. 16. Ref. im Centralblatt für Physiologie. 1888.

Dass der Ischiadicus für derartige Versuche ungeeignet ist, hatte ich schon früher hervorgehoben. Dieselbe Einsicht muss wohl auch Weiss gehabt haben, als er sich entschlossen hat, seine Versuche durch solche am Vagus zu erweitern. — Nun fragt es sich aber, ob die Untersuchung der Erregbarkeit des Nervus Vagus wirklich ganz tadellose Resultate liefert. Die Antwort auf diese Frage fällt nicht zu Gunsten der Weiss'schen Versuche aus. Diese meine Behauptung beruht nicht auf Vermuthungen, sondern ist auf von mir angestellte diesbezügliche Versuche gestützt, wovon unten noch die Rede sein wird.

Ich weise hier nur darauf hin, dass Weiss, anstatt zu untersuchen, ob der Unterschied in unseren Ergebnissen darin liegt, dass in beiden Fällen die Erregbarkeit ganz verschiedener Nerven geprüft wurde, somit anstatt mindestens einige meiner Versuche zu wiederholen, vorzieht, seine Versuche als tadellos betrachtend, in den meinigen Fehler zu suchen. Dies ist um so mehr befremdend, als unsere Versuchsergebnisse darin übereinstimmen, dass die Erregung im Nerven nicht lawinenartig anwächst. Der Unterschied besteht darin, dass Weiss die Erregbarkeit überall gleich fand, während ich in meinen Versuchen eine Abschwächung des Actionszustandes während seines Verlaufes constatirt habe.

Betrachten wir nun die Vorwürfe, welche meinen Untersuchungen von Seiten Weiss' gemacht werden. Ich hatte in meinen Experimenten meistentheils den zu prüfenden Nerven nicht an der ganzen der Untersuchung zugänglichen Strecke isolirt, sondern lediglich an einigen Punkten von dem umgebenden Gewebe abpräparirt, an denen die Elektroden untergelegt werden sollten. Jeder Unbefangene wird wohl zugeben, dass ein solches Verfahren den möglichst besten Schutz vor Zerrung, Austrocknen und überhaupt Beschädigung des Nerven bildet. Würde es möglich sein, die Erregbarkeit eines Nerven zu untersuchen, ohne ihn überhaupt präpariren und isoliren zu müssen, ich würde sicher diesen Weg eingeschlagen haben, auch auf die Gefahr hin, einen noch stärkeren Vorwurf Seitens Weiss' zu erfahren. Weiss glaubt nämlich, dass bei Reizung des Nerven, wenn derselbe nicht gänzlich präparirt ist, „der Versuch durch Stromschleifen beeinflusst wird, welche bei der Reizung der dem Erfolgsorgan nächsten Nervenstellen direct auf dieses wirken, so dass sich in ihm gewissermaassen zwei Reize, der indirecte vom Nerven aus und der directe in jenen Stromschleifen

bestehende, summiren.“ Dies mag wohl der Fall sein bei Reizung von Nerven sehr nahe ihrer peripheren Endigungen, z. B. bei Reizung des Froschischiadicus. Aber wie sich Weiss den Verlauf und den Einfluss dieser Stromschleifen bei Reizung des so weit vom Erfolgorgan (Dilatator pupillae) entfernten Halssympathicus, oder auch bei Reizung des N. phrenicus vorstellt, ist mir nicht begreiflich. Es ist doch schwer einzusehen, warum Abzweigungen des Stromes, welcher auf den Sympathicus am Halse gerichtet war, sich gerade nur in der Richtung dieses Nerven, und zwar seiner dilatatorischen Fasern bis in den Augapfel hinein zum Dilatator fortpflanzen sollten, warum diese Schleifen nicht alle anderen Muskeln des Halses und Kopfes und mit ihnen auch nicht den Antagonisten des Dilatators reizen sollten? Wenn man bedenkt, dass jeder Muskel durch direct ihn treffende Reize viel schwieriger als durch Reizung seines Nerven zu erregen ist, wenn man weiterhin erwägt, ein wie minimaler Theil solcher Stromschleifen wirklich den pupillenerweiternden Muskel überhaupt noch treffen könnte, so muss man gezwungen zum Schlusse kommen, dass diesen Stromschleifen gar keine Bedeutung bei der Untersuchung der Erregbarkeit zukommt. — Warum gerade die Stromschleifen von peripher gelegenen Nervenstellen aus wirksamer wären als diejenigen, die an mehr centripetal gelegenen Stellen entstehen, bliebe unerklärt, da man, wie erwähnt, doch nicht annehmen könnte, dass sich die Stromschleifen nur im Wege des Nerven, und zwar der betreffenden Nervenfasern (ohne dieselben zu erregen!) fortpflanzen.

Fernerhin muss hervorgehoben werden, dass auch ich in einem (wenn auch kleineren) Theile meiner Versuche die ganze zu untersuchende Nervenstrecke isolirt habe, was in meiner Arbeit[1]) ausdrücklich bemerkt worden ist, und dass in diesen Fällen dieselben Resultate wie in allen anderen erhalten wurden. Sollte man aber diesen Einwurf Weiss' wirklich ernst nehmen müssen, so würde nicht einmal ein Abpräpariren des Nerven auf der Strecke von einigen Centimetern etwas helfen, und es müsste jeder Nerv bis in sein Endorgan hinein isolirt werden, und so müsste auch Weiss seine Untersuchungen an Vagis anstellen, welche bis zur Stelle, wo ihre Hemmungsfasern ins Herz eintreten, präparirt worden sind.

Ein weiterer Vorwurf Weiss' besteht darin, dass ich in meinen

1) l. c. S. 417.

Versuchen weder auf die Richtung des als Reiz angewandten Stromes, noch darauf, ob der Nerv Eigenströme besitzt, geachtet habe. Was den ersten Punkt betrifft, so hat derselbe irgend eine Bedeutung nur für die Versuche am N. phrenicus, welcher mit einzelnen Schlägen des Inductionsstromes gereizt wurde, und für die Versuche mit Condensatorentladungen überhaupt. Aber auch in diesen Fällen ist der Einwand nicht haltbar. In jedem einzelnen Versuche wurden die Elektroden nach der Reizung der einen Nervenstelle unter die andere in derselben Richtung geschoben; dasselbe geschah auch eventuell bei Reizung der dritten Stelle etc. Die Lage des Thieres und die Anordnung der Versuche überhaupt war eine derartige, dass (wenigstens gilt dies ohne Ausnahme für die neueren Untersuchungen vermittelst des Condensators) der Nerv in allen seinen Punkten in derselben Richtung, also entweder alle Stellen desselben Nerven absteigend oder alle Stellen aufsteigend gereizt wurden. Von einer Prüfung der Erregbarkeit jeder Stelle vermittelst Ströme von beider Richtung musste schon mit Rücksicht darauf abgesehen werden, dass dadurch die Dauer des Versuches verlängert werden müsste. — Für die Untersuchung der Erregbarkeit von Warmblüternerven ist dieses Moment von sehr grosser Bedeutung und darf nicht gering geschätzt werden.

Aus demselben Grunde würde ich auch jetzt, wenn ich meine Versuche fortsetzen sollte, von einer Untersuchung der Eigenströme des Nerven absehen. Wenn nach Bestimmung der Reizschwelle für eine Nervenstelle nicht sofort zum Aufsuchen des Schwellenwerthes für die andere Stelle geschritten wird, was an und für sich schon in manchen Fällen verhältnissmässig viel Zeit einnimmt, sondern noch andere Proceduren ausgeführt werden, so hat man keine Garantie, dass nicht während dieses Zeitraumes Veränderungen in der Erregbarkeit eingetreten sind, welche die erhaltenen Resultate beeinflussen. Auch die nachherige Untersuchung der Eigenströme nach Abschluss der Prüfung der Erregbarkeit führt meines Erachtens nicht zum Ziele, wegen der Ungewissheit, ob genau von denselben Stellen abgeleitet wird, welche früher gereizt waren. Hat man doch diese Gewissheit nicht einmal, wenn die Stromableitung sofort nach der Reizung erfolgt. — Sollte das Bild des Verlaufes der Erregbarkeit, wie ich es in meinen Versuchen beobachtet habe, dem Umstande zugeschrieben werden, dass eine Nervenstelle in Folge der Eigenströme für die gerade angewandte Stromrichtung erregbarer wäre, als für die andere, so hätte es ein gar zu sonderbarer Zufall gewesen sein

müssen, dass in allen Versuchen die Vertheilung dieser Eigenströme auf die verschiedenen Stellen des geprüften Nerven mit der gerade angewandten Stromrichtung sich dazu vereine, Resultate nur in diesem einen Sinne zu liefern!

Weiss sucht endlich die Unterschiede in den Ergebnissen unserer Versuche dadurch zu „erklären", dass meine Versuche durch die Anwendung der Narkose beeinflusst wären. Das ist schon völlig aus der Luft gegriffen. Wenn ich Nervenversuche an narkotisirten Thieren angestellt hätte, würde ich sicher nicht versäumen, dies und zwar die Art der Narkose genau anzugeben. Da dies nicht geschehen ist, so war es selbstverständlich, dass ich an nicht narkotisirten Thieren experimentirt habe. Weiss sollte sich doch wenigstens die Mühe genommen haben, sich über diesen Umstand Gewissheit zu verschaffen, bevor er mir einen derart schweren und völlig unberechtigten Vorwurf gemacht hat.

Ich habe bereits angedeutet, dass die Discussion über die Einwände dadurch sehr erschwert ist, dass Weiss an anderen Nerven und unter ganz anderen Bedingungen gearbeitet hat als ich. Weiss untersuchte die Erregbarkeit des N. vagus, indem er die Reizstärke bestimmte, welche eine eben merkliche Pulsverlangsamung hervorrief. Ich selbst hatte ebenfalls den Vagus in den Bereich meiner Untersuchungen an Säugethiernerven gezogen, habe aber die Versuche nicht weiter verwerthet, da ich mich überzeugte, dass die Resultate äusserst unsicher ausfielen. Die hier sehr oft und leicht auftretende Summirung der Reize erschwert ungemein die Schlussfolgerungen aus dem Effect des Reizes. Zwei Reize von derselben Stärke hinter einander auf dieselbe Stelle des Nerven applicirt, rufen sehr oft ungleiche Wirkung hervor. Theilweise liesse sich dies dadurch erklären, dass der Vagus doch auch centripetal verlaufende Fasern enthält, deren Reizung, wie Bezold, Donders u. A. gezeigt haben, auf das herzhemmende Centrum im verlängerten Marke erregend wirkt. Bei Reizung des undurchschnittenen Vagus hat man es somit mit einem Zusammenwirken zweier Factoren, nämlich der directen und der reflectorischen Erregung der centrifugalen Hemmungsfasern zu thun.

Störend ist weiterhin bei Versuchen an den Vagis der Umstand, dass die genaue Schätzung der minimalen Effectwirkung gar nicht so leicht ist, wie es wohl im ersten Augenblick scheinen würde. Die

Schätzung, ob der Minimaleffect erreicht worden ist, muss selbstredend während oder unmittelbar nach jeder Reizung geschehen, eine genaue Constatirung einer eben merklichen Pulsverlangsamung kann aber nur durch Zählen der Pulse an der Curve möglich sein, und geschieht dies während des Versuches selbst, so verzögert es die Zeitabstände zwischen zwei hinter einander folgenden Reizungen, was die auf diese Weise erhaltenen Resultate sicher beeinflusst. Was ich hier bemerke, das sind keine Vermuthungen (in der Art des oben angeführten Einwandes betreffs der Narkose), sondern meine auf Experimenten ruhenden Erfahrungen. Wie Weiss die erwähnten Schwierigkeiten umgangen hat, gibt er nicht näher an. Aber noch einen Umstand gibt Weiss ebenfalls nicht an, der aber für die Untersuchung der Erregbarkeit des Nervus vagus von grosser Bedeutung sein könnte, nämlich, welche Maassregel er getroffen hat, um bei Reizung „mit tetanisirenden Inductionsschlägen und mit rasch unterbrochenen gleichgerichteten Kettenströmen“ die Reizdauer, somit auch die Zahl der Einzelreize immer gleich gross zu wählen. Diese Frage ist nicht ohne Belang, denn bei Anwendung eines „tetanisirenden“ Reizes von gleicher Stärke ist der Effect (z. B. Muskelcontraction) nicht gleich gross, wenn die Dauer des Reizes ungleich ist.

Von der Richtigkeit dieses schon aprioristisch sehr wahrscheinlichen Satzes habe ich mich durch eigens zu diesem Zwecke angestellte Versuche überzeugt. Diese Versuche wurden am Ischiadicus des Frosches und am Halssympathicus von Kaninchen und Katze auf folgende Weise angestellt:

Der Nerv wurde vermittelst „tetanisirender“ Inductionsströme während eines kurzen, genau gemessenen Zeitraumes gereizt. Zur Unterbrechung des primären Kreises benützte ich einen Stimmgabelunterbrecher, dessen Schwingungszahl = 100 per Secunde. Die Reizung geschah durch Oeffnung einer Nebenschliessung im secundären Kreise nach der in meiner früheren Arbeit geschilderten Weise. Der minimale Effect der Reizung des Ischiadicus wurde an der Contraction des mit dem Pflüger'schen Myographion verbundenen Gastrocnemius beobachtet, der Effect der Reizung des Halssympathicus direct nach der Erweiterung der Pupille geschätzt. Nachdem derjenige Rollenabstand des Schlittenapparates eruirt worden ist, bei welchem die minimale Contraction bei gegebener Reizdauer eintrat, wurde diese Dauer vergrössert oder verkleinert und im Falle die

Contraction jetzt anders ausfiel, wieder gesucht, bei welchem Rollenabstande jetzt die Reizung derselben Nervenstelle den Minimaleffect hervorrief. Die Reizdauer des N. ischiadicus betrug 0,03 bis 0,12″, die des N. sympathicus von 0,6 bis 4 Secunden. Die Resultate dieser Versuche fielen alle ganz übereinstimmend und unzweideutig im Sinne des oben erwähnten Satzes aus. — Besonders auffallend sind die Unterschiede in der Grösse der Contraction bei Reizung des Nerven mit derselben Stromstärke, aber während eines ungleich langen Zeitraumes.

Es mögen hier als Beispiel einige Belege aus den von mir durchgeführten Versuchen angegeben werden:

Versuche am N. Ischiadicus.

	Dauer der Reizung	Zahl der Stromunterbrechungen während der Reizung	R.-A.	Höhe der Muskelverkürzung	Minimale Contraction bei R.-A.
Versuch I.[1])	0,02″	2	—		544 mm
	0,03″	3	—		550 „
	0,04″	4	—	Die Contraction ist bedeutend stärker	552 „
	0,06″	6	—		565 „
	0,10″	10	—	Starke Contraction	572 „
Versuch II.	0,05″	5	427	0,3 mm	427 „
	0,09″	9	427	3,3 „	—
	0,09″	9	443	0,6 „	443 „
	0,11″	11	450	0,4 „	450 „
Versuch III.	0,04″	4	437,5	0,3 „	437,5 „
	0,07″	7	437,5	40,5 „	—
	0,07″	7	447,5	0,4 „	447,5 „
	0,11″	11	447,5	36,0 „	—
	0,11″	11	455	0,2 „	445 „
Versuch IV.	0,035″	3 oder 4	385	0,15 „	385 „
	0,06″	6	385	1,8 „	—
	0,06″	6	400	0,6 „	400 „
	0,11″	11	417,5	0,20 „	417,5 „

1) In diesem Versuche wurde die Contraction nicht graphisch registrirt, somit sind die Hubhöhen nicht gemessen worden, sondern es wurde nur die minimale Contraction bestimmt.

Versuche am Halssympathicus.

Versuch	Dauer der Reizung	Minimale Dilatation bei R.-A.	Versuch	Dauer der Reizung	Minimale Dilatation bei R.-A.
I.	2,33″	415	III.	2″	383
	1,66″	400		3″	400
	1″	392			
II.	1,66″	380	IV.	1,33″	455
	3,2 ″	418		2,3 ″	480

Ich habe auch derartige Versuche am Vagus ausgeführt, dieselben aber wegen der oben erwähnten Ungenauigkeiten bald aufgeben müssen.

Ich unterlasse es, in die Erklärung dieser übrigens sehr natürlichen und einleuchtenden Thatsache näher einzugehen. Diese Versuche sollten lediglich als Beweis für die Behauptungen dienen, dass es nothwendig ist, wenn man sich bei Untersuchungen der Erregbarkeit eines länger dauernden (unterbrochenen) elektrischen Reizes bedient, darauf zu achten, dass die Dauer des Reizes immer gleich bleibe, resp. diese Dauer in Betracht zu nehmen.

Jedenfalls wäre die ausdrückliche und genaue Angabe der Reizdauer nach dem Gesagten von Wichtigkeit; diese Angabe habe ich aber in der Arbeit Weiss' vergebens gesucht. — Nun hat aber Weiss am Vagus Versuche auch mit einzelnen Inductionsschlägen angestellt. Er musste aber hier so starke Ströme anwenden, so nahe die Rollen aneinander schieben (bis zu 103 mm R.-A.), dass in dieser Lage eine minimale weitere Verschiebung der secundären Rolle starke Unterschiede in der Stromstärke hervorrufen kann, somit bei der Schätzung des Rollenabstandes kleine Fehler in der directen Beobachtung sozusagen multiplicirt werden.